

SYSTEM FOR MEASURING A GOLFER'S HITTING PARAMETER AND ITS METHOD

Patent number: JP2002248189

Publication date: 2002-09-03

Inventor: MANWARING SCOTT R

Applicant: CALLAWAY GOLF CO

Classification:

- **International:** A63B69/36; G03B15/00; G06T1/00; H04N5/225; H04N7/18; A63B69/00; A63B69/36; G03B15/00; G06T1/00; H04N5/225; H04N7/18; A63B69/00; (IPC1-7): A63B69/36; G03B15/00; G06T1/00; H04N5/225; H04N7/18

- **European:** A63B69/36E

Application number: JP20010246286 20010814

Priority number(s): US20010765691 20010119

Also published as:

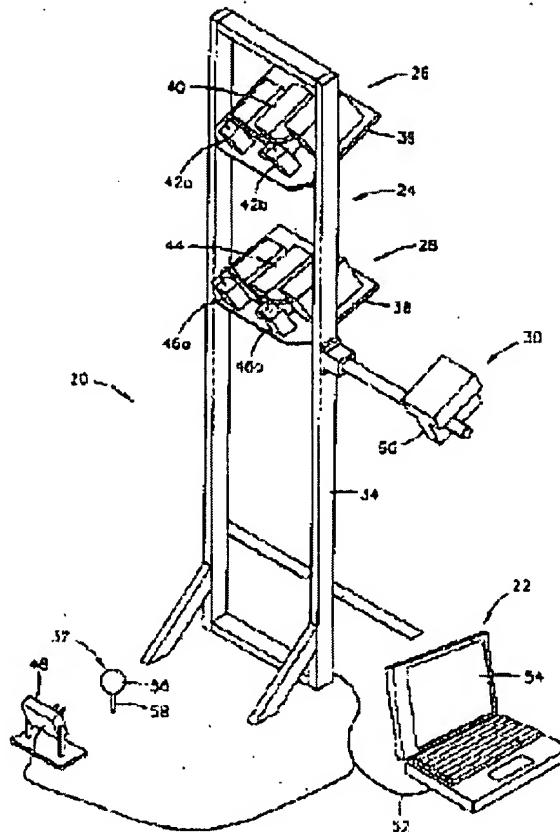
- US6561917 (B2)
- US6431990 (B1)
- US2002098898 (A1)
- US2002098897 (A1)
- KR20020062125 (A)

[more >>](#)

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2002248189

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an acquiring and analyzing system of an information about a golf club and a golf ball during and after a golfer's swing, **SOLUTION:** The information about the golf club includes an orientation of the golf club head, a golf club head speed and a spin of the golf club. The orientation of the golf club head includes a loft angle and a face angle or the like of the golf club head. The club head speed includes a pass angle or the like of the club head. The information about the golf ball includes a launch angle and a side angle or the like. The orientation of the golf ball includes a rotating axis or the like entailing a backspin and a side spin of the ball. This system contains a camera unit 28, a trigger device 30 and a computer 22.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-248189

(P2002-248189A)

(43)公開日 平成14年9月3日(2002.9.3)

(51)Int.Cl.
A 63 B 69/36識別記号
5 4 1

G 03 B 15/00

F I
A 63 B 69/36
G 03 B 15/00テマコード(参考)
B 5 B 0 4 7
5 4 1 S 5 C 0 2 2
5 4 1 W 5 C 0 5 4
T
U

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 17 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-246286(P2001-246286)
 (22)出願日 平成13年8月14日(2001.8.14)
 (31)優先権主張番号 7 6 5 6 9 1
 (32)優先日 平成13年1月19日(2001.1.19)
 (33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 300044551
 キャラウェイ・ゴルフ・カンパニー
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州92008
 -8815, カールスバッド, ラザーフォード・ロード・2180
 (72)発明者 スコット・アール・マンウォーリング
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 92083 ヴィスタ ティンバー・トレイル
 1857
 (74)代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦

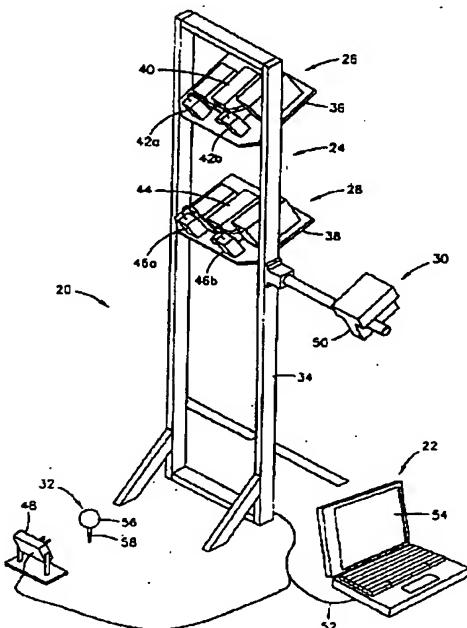
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ゴルファーの打撃パラメーターを測定するシステム及び方法

(57)【要約】

【課題】 本発明は、ゴルファーのスイング中及びスイング後のゴルフクラブに関する情報及びゴルフボールに関する情報を捕捉し、解析する方法及びシステムの提供を課題とする。

【解決手段】 ゴルフクラブ情報は、ゴルフクラブヘッドのオリエンテーション、ゴルフクラブ・ヘッドスピード、ゴルフクラブのスピンドルを含む。ゴルフクラブヘッドのオリエンテーションは、ゴルフクラブヘッドのロフト角及びフェース角等を含む。ゴルフクラブ・ヘッドスピードは、ゴルフクラブヘッドのパス角等を含む。ゴルフボール情報は、ゴルフボールラウンチ角、ゴルフボールサイド角等を含む。ゴルフボール・オリエンテーションは、ゴルフボールのバックスピン及びサイドスピンドルを必然的に伴うゴルフボールの回転軸等を含む。本システムは、カメラユニット(28)、トリガーデバイス(30)及びコンピュータ(22)を含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ゴルファーによるゴルフボールの打撃中のゴルフクラブ特性及びゴルフボール特性を同時に測定するための方法であって、

ティーに置かれたゴルフボールに向かってゴルフクラブをスイングし、

ゴルフクラブがティーに置かれた上記ゴルフボールに向かってスイングされたときに、フレームを作成するために露光集合をコンパイルすることができる撮像システムに見積もられたゴルフクラブのヘッドスピードを送信する検出器を、活性化し、

ティーに置かれた上記ゴルフボールをインパクトする前におけるゴルフクラブヘッドの第1の露光集合であって、各露光間が第1の時間間隔である第1の露光集合を撮影し、

ティーに置かれた上記ゴルフボールを上記ゴルフクラブを用いて打撃し、

上記ゴルフボールが上記ゴルフクラブヘッドにより打撃された後における上記ゴルフボールの第2の露光集合であって、上記第1の時間間隔と異なる各露光間が第2の時間間隔である第2の露光集合を撮影し、

ティーに置かれた上記ゴルフボールをインパクトする前におけるゴルフクラブヘッドの上記第1の露光集合、及び上記ゴルフクラブヘッドにより打撃された後における上記ゴルフボールの上記第2の露光集合を含むフレームを作成することを含み、

上記ゴルフクラブ測定値及びラウンチされた上記ゴルフボール測定値を提供する、方法。

【請求項2】 上記第1の露光集合に対する上記第1の時間間隔は、上記第2の露光集合に対する上記第2の時間間隔よりも短い、請求項1記載の方法。

【請求項3】 上記第1の露光集合に対する上記第1の時間間隔は、750ミリ秒から2000ミリ秒までの範囲であり、上記第2の露光集合に対する上記第2の時間間隔は、上記第1の時間間隔よりも長い、請求項1記載の方法。

【請求項4】 上記撮像システムは、第1のカメラ及び第2のカメラを含む、請求項1記載の方法。

【請求項5】 上記ゴルフクラブ測定値は、ゴルフクラブヘッドのオリエンテーション、ゴルフクラブのスピンドル、及びゴルフクラブのヘッドスピードを含み、上記ゴルフボール測定値は、ゴルフボールの速度、ゴルフボールのラウンチ角、ゴルフボールのサイド角、ゴルフボールのオリエンテーション、及びゴルフボールのスピードを含む、請求項1記載の方法。

【請求項6】 上記見積もられたゴルフクラブのヘッドスピードは、上記第1の露光集合の上記第1の時間間隔、及び上記第2の露光集合の上記第2の時間間隔を決定するのに用いられる、請求項1記載の方法。

【請求項7】 上記第1の露光集合のそれぞれは、第1

50

2

の露光時間と有し、上記第2の露光集合のそれぞれは、第2の露光時間と有し、上記第2の露光時間は、上記第1の露光時間よりも大きい、請求項1記載の方法。

【請求項8】 ゴルファーによるゴルフボールの打撃中のゴルフクラブ特性及びゴルフボール特性を同時に測定するシステムであって、

所定の視野に向かってそれぞれ焦点を合わせられた第1のカメラ及び第2のカメラと、

少なくとも1つの光対比領域を有するゴルフクラブと、上記所定の視野内のティーに置かれたゴルフボールと、ティーに置かれた上記ゴルフボールの前にゴルフクラブのスイングの進路に沿って設置され、上記ゴルフクラブのヘッドスピードを見積もることができる検出器と、上記ゴルフクラブの第1の露光集合間の時間間隔、及びラウンチされた上記ゴルフボールの第2の露光集合の時間間隔を、上記見積もられたゴルフクラブヘッドのスピードに基づいて計算する手段と、

上記ゴルフクラブのスイング特性及び上記ゴルフボールのラウンチ特性を、上記第1及び第2のカメラによって作成された画像フレームであって、上記第1の露光集合及び上記第2の露光集合を含む画像フレームに基づいて、決定する手段とを含む、システム。

【請求項9】 ゴルファーによるゴルフボールの打撃中のゴルフクラブ特性及びゴルフボール特性を同時に測定するための方法であって、

ティーに置かれたゴルフボールに向かってゴルフクラブをスイングし、

ゴルフクラブがティーに置かれた上記ゴルフボールに向かってスイングされたときに、フレームを作成するために露光集合をコンパイルすることができる撮像システムに見積もられたゴルフクラブのヘッドスピードを送信する検出器を、トリガリングし、

ティーに置かれた上記ゴルフボールをインパクトする前におけるゴルフクラブヘッドの第1の露光集合であって、各露光に対する第1の時間間隔を有する第1の露光集合を撮影し、

ティーに置かれた上記ゴルフボールを上記ゴルフクラブを用いて打撃し、

上記ゴルフボールが上記ゴルフクラブヘッドにより打撃された後における上記ゴルフボールの第2の露光集合であって、上記第1の時間間隔と異なる各露光に対する第2の時間間隔を有する第2の露光集合を撮影し、

ティーに置かれた上記ゴルフボールをインパクトする前におけるゴルフクラブヘッドの上記第1の露光集合、及び上記ゴルフクラブヘッドにより打撃された後における上記ゴルフボールの上記第2の露光集合を含むフレームを作成することを含み、

上記ゴルフクラブ測定値及びラウンチされた上記ゴルフボール測定値を提供する、方法。

【請求項10】 ゴルファーによるゴルフボールの打撃

3
中のゴルフクラブ特性及びゴルフボール特性を同時に測定するための方法であって、
ティーに置かれたゴルフボールに向かってゴルフクラブをスイングし、
ゴルフクラブがティーに置かれた上記ゴルフボールに向かってスイングされたときに、フレームを作成するため露光集合をコンパイルすることができる撮像システムに見積もられたゴルフクラブのヘッドスピードを送信する検出器を、トリガリングし、
ティーに置かれた上記ゴルフボールをインパクトする前におけるゴルフクラブヘッドの第1の露光集合であって、第1の露光強度を有する第1の露光集合を撮影し、
ティーに置かれた上記ゴルフボールを上記ゴルフクラブを用いて打撃し、
上記ゴルフボールが上記ゴルフクラブヘッドにより打撃された後における上記ゴルフボールの第2の露光集合であって、上記第1の露光強度と異なる第2の露光強度を有する第2の露光集合を撮影し、
ティーに置かれた上記ゴルフボールをインパクトする前におけるゴルフクラブヘッドの上記第1の露光集合、及び上記ゴルフクラブヘッドにより打撃された後における上記ゴルフボールの上記第2の露光集合を含むフレームを作成することを含み、
上記ゴルフクラブ測定値及びラウンチされた上記ゴルフボール測定値を提供する、方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ゴルファーのスイング中のラウンチパラメータを測定するためのシステム及び方法に係り、より詳細には、ゴルフボールとゴルフクラブヘッドとの衝撃前後のゴルフクラブヘッド情報及びゴルフボール情報のためのシステム及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】高速カメラを用いた技術は、25年以上にわたって、ゴルファーのスイングに関する情報を収集するために使用されてきた。情報は、単なるゴルフクラブヘッドスピードからゴルフボールの特定のゴルフクラブとの衝撃後のスピンまでに渡る。この情報は、長年、ゴルフクラブヘッド及びゴルフボールにおける多くの改善を促進し、ゴルファーがゲームを改善するゴルフクラブヘッド及びゴルフボールを選択するときの助けとなってきた。更に、そのような高速カメラ技術を組み込んだシステムは、ゴルファーに所与のゴルフクラブを用いたときのスイングを改善する方法を教授する際に使用されてきた。

【0003】そのようなシステムの一例は、1975年に出願されたLynch他の米国特許第4,063,259号“A Method Of Matching Golfer With GolfBall ,GolfClub ,Or Style Of Play”である。Lynchは、ゴルフボールのラウンチ

10

20

30

40

50

4

測定値を、ゴルフクラブヘッドが光源のフラッシュがカメラフィルムにゴルフクラブヘッド及びゴルフボールの停止動作を提供すべく光源のフラッシュを活性化させる光線を遮断した時に活性化されるシャッター式カメラを使用して、提供するシステムを開示する。初速度、初期スピンドル速度、ラウンチ角を含むゴルフボールのラウンチ測定値は、Lynchのシステムによって導き出される。

【0004】その他の例は、1977年に出願されたSullivan他の米国特許第4,136,387号“A Golf Ball Impact And Golf Ball Launching Monitoring System”である。Sullivanは、ゴルフボールのラウンチ測定値だけでなく、ゴルフクラブヘッドに関する測定値をも提供するシステムを開示する。

【0005】更に他の例は、1994年9月30日に出願された米国特許第5,471,383号、1994年2月24日に出願された米国特許第5,501,463号、1995年8月1日に出願された米国特許第5,575,719号、及び1996年11月18日に出願された米国特許第5,803,823号のCobush他に付与された特許の集合である。この特許の集合は、互いに対して角度が付けられた2つのカメラ、反射マーカーを備えたゴルフボール、反射マーカーを備えたゴルフクラブ、及びコンピュータを有するシステムを開示する。このシステムは、ゴルフクラブ若しくはゴルフボールを分離して、プロット点に基づいて測定することができる。

【0006】更なる他の例は、米国特許第6,042,483号“A Method Of Measuring Motion Of A Golf Ball”である。この特許は、ゴルフクラブ及びゴルフボール情報を得るための3つのカメラ、光学センサー手段、及びストロボを使用するシステムを開示する。

【0007】先行技術は、多くの有用なシステムを開示したが、先行技術は、ゴルフクラブとのインパクトに続くゴルファーのスイング及びゴルフボールのラウンチに関する情報を提供すべく、個々のゴルファーそれぞれに基づいて計算を個別化することができるシステムを開示していない。更に、先行技術は、インパクト前のゴルフボール及びインパクト後のゴルフボールの同時的な撮像及び解析を可能とするシステムを開示するものではない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、ゴルファーのスイング中及びスイング後のゴルフクラブに関する情報及びゴルフボールに関する情報を捕捉し、解析する方法及びシステムの提供を課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】ゴルフクラブに関する情報は、ゴルフクラブヘッドのオリエンテーション、ゴルフクラブヘッドのスピード、ゴルフクラブのスピンドルを含む。ゴルフクラブヘッドのオリエンテーションは、動的なライ、ゴルフクラブヘッドのロフト角及びフェース角を含む。ゴルフボールに関する情報は、ゴルフボールの

速度、ゴルフボールのラウンチ角、ゴルフボールのサイド角、ゴルフボール・スピード及びゴルフボールのオリエンテーションを含む。ゴルフボールのオリエンテーションは、ゴルフボールの真のスピニ、及び、ゴルフボールのバックスピン及びサイドスピニを必然的に伴うゴルフボールの回転軸を含む。

【0010】本発明の一局面は、ゴルファーによるゴルフボールの打撃中のゴルフクラブ特性及びゴルフボール特性を同時に測定するための方法である。本方法は、ティーに置かれたゴルフボールに向かってゴルフクラブをスイングすることに始まる。次に、検出器が、ゴルフクラブがティーに置かれた上記ゴルフボールに向かってスイングされたとき、活性化される。上記検出器は、撮像システムに、見積もられたゴルフクラブ・ヘッドスピードを送信する。上記撮像システムは、フレームを作成するために露光集合をコンパイルすることができる。次に、ゴルフクラブヘッドの第1の露光集合が、上記ゴルフクラブヘッドがティーに置かれた上記ゴルフボールをインパクトする前に撮影される。上記第1の露光集合は、各露光間の第1の時間間隔を有する。次に、ティーに置かれた上記ゴルフボールが、上記ゴルフクラブを用いて打撃される。上記ゴルフボールの第2の露光集合が、上記ゴルフボールが上記ゴルフクラブヘッドにより打撃された後に撮影される。上記第2の露光集合は、第2の時間間隔を有する。上記第2の時間間隔は、上記第1の時間間隔と異なる。次に、ティーに置かれた上記ゴルフボールをインパクトする前のゴルフクラブヘッドにより打撃された後の上記ゴルフボールの上記第2の露光集合を含むフレームが、作成される。本方法は、上記ゴルフクラブ測定値及びラウンチされた上記ゴルフボール測定値を提供する。

【0011】上記第1の露光集合に対する上記第1の時間間隔は、上記第2の露光集合に対する上記第2の時間間隔よりも短くてよい。上記第1の露光集合に対する上記第1の時間間隔は、750ミリ秒から2000ミリ秒までの範囲であり、上記第2の露光集合に対する上記第2の時間間隔は、上記第1の時間間隔よりも長くてよい。本方法の上記撮像システムは、好ましくは、第1のカメラ及び第2のカメラを含む。各フレームは、好ましくは、上記第1の露光集合内に少なくとも3つの露光を含み、上記第2の露光集合内に少なくとも3つの露光を含む。上記ゴルフクラブ測定値は、ゴルフクラブヘッドのオリエンテーション、ゴルフクラブのスピニ、及びゴルフクラブ・ヘッドスピードを含み、上記ゴルフボール測定値は、ゴルフボールの速度、ゴルフボールのラウンチ角（Z軸に対する打出し角）、ゴルフボールのサイド角（Y軸に対する打出し角）、ゴルフボールのオリエンテーション（スピニ）、及びゴルフボール・スピードを含む。上記見積もられたゴルフクラブ・ヘッドスピード

は、上記第1の露光集合の上記第1の時間間隔、及び上記第2の露光集合の上記第2の時間間隔を決定するのに用いられる。本方法は、好ましくは、上記ゴルフクラブがティーに置かれた上記ゴルフボールに向かってスイングされたときに上記検出器を活性化するためにレーザーを使用する。

【0012】本発明のその他の局面は、ゴルファーによるゴルフボールの打撃中のゴルフクラブ特性及びゴルフボール特性を同時に測定するシステムである。本システムは、カメラの対と、ゴルフクラブと、ティーに置かれたゴルフボールと、検出器と、校正手段と、解析手段とを含む。第1のカメラ及び第2のカメラのそれぞれは、所定の視野に向かって焦点を合わせられる。上記ゴルフクラブは、少なくとも1つの光対比領域を有し、好ましくは、3つの光対比領域を有する。ティーに置かれた上記ゴルフボールは、上記所定の視野内にある。上記検出器は、ティーに置かれた上記ゴルフボールの前にゴルフクラブのスイングの進路に沿って設置され、上記ゴルフクラブヘッドのスピードを見積もることができる。上記

10 校正手段は、上記ゴルフクラブの第1の露光集合間の時間間隔、及びラウンチされた上記ゴルフボールの第2の露光集合の時間間隔を、上記見積もられたゴルフクラブヘッドのスピードに基づいて計算する。上記解析手段は、上記ゴルフクラブのスイング特性及び上記ゴルフボールのラウンチ特性を、上記第1及び第2のカメラによって作成された画像フレームであって、上記第1の露光集合及び上記第2の露光集合を含む画像フレームに基づいて、決定する。

【0013】本発明のその他の局面は、ゴルファーによるゴルフボールの打撃中のゴルフクラブ特性及びゴルフボール特性を同時に測定するための方法である。本方法は、ティーに置かれたゴルフボールに向かってゴルフクラブをスイングすることに始まる。次に、検出器が、ゴルフクラブがティーに置かれた上記ゴルフボールに向かってスイングされたとき、トリガリングされる。上記検出器は、撮像システムに、見積もられたゴルフクラブ・ヘッドスピードを送信する。上記撮像システムは、フレームを作成するために露光集合をコンパイルすることができる。次に、ゴルフクラブヘッドの第1の露光集合が、上記ゴルフクラブヘッドがティーに置かれた上記ゴルフボールをインパクトする前に撮影される。上記第1の露光集合は、第1の露光強度を有する。次に、ティーに置かれた上記ゴルフボールが、上記ゴルフクラブを用いて打撃される。上記ゴルフボールの第2の露光集合が、上記ゴルフボールが上記ゴルフクラブヘッドにより打撃された後に撮影される。上記第2の露光集合は、第2の露光強度を有する。上記第2の露光強度は、上記第1の露光強度と異なる。次に、ティーに置かれた上記ゴルフボールをインパクトする前のゴルフクラブヘッドの上記第1の露光集合、及び上記ゴルフクラブヘッドによ

り打撃された後の上記ゴルフボールの上記第2の露光集合を含むフレームが、作成される。本方法は、上記ゴルフクラブ測定値及びラウンチされた上記ゴルフボール測定値を提供する。

【0014】

【発明の実施の形態】図1乃至図3に示すように、本発明のシステムを、一般的に20で示す。本システム20は、ゴルファーのスイング中及びスイング後のゴルフクラブ情報及びゴルフボール情報を捕捉・解析する。ゴルフクラブ情報は、ゴルフクラブヘッド・オリエンテーション、ゴルフクラブ・ヘッドスピード、ゴルフクラブスピニングを含む。ゴルフクラブヘッド・オリエンテーションは、動的なライ、ゴルフクラブヘッドのロフト角及びフェース角を含む。ゴルフボール情報は、ゴルフボールのスピード、ゴルフボールのラウンチ角、ゴルフボールのサイド角、ゴルフボール・スピード及びゴルフボール・オリエンテーションを含む。ゴルフボール・オリエンテーションは、ゴルフボールの真のスピンドル、及び、ゴルフボールのパックスピニング及びサイドスピニングを必然的に伴うゴルフボールの回転軸を含む。これらの種々の測定値は、以下でより詳細に説明される。

【0015】システム20は、一般的に、コンピュータ22、第1のカメラユニット26、第2のカメラユニット28、及びトリガーデバイス30を備えたカメラ構造24、ティーに置かれたゴルフボール32、及びゴルフクラブ33を含む。システム20は、コース上、ゴルフ練習場、小売店/ショールーム内、若しくは同様な設備で動作するために設計される。

【0016】好ましい実施形態では、カメラ構造24は、地上から略46.5インチ(46.5×25.4mm)の第1のプラットフォーム36、及び地上から略28.5インチ(28.5×25.4mm)の第2のプラットフォーム38を有するフレーム34に、接続される。第1のカメラユニット26は、第1のプラットフォーム36に設置され、第2のカメラユニット28は、第2のプラットフォーム38に設置される。図2に示すように、第1のプラットフォーム36は、フレーム34の直線フレームパーティカルバーに垂直なラインに対して略41.3度である角度 α_1 であり、第2のプラットフォーム38は、フレーム34の直線フレームパーティカルバーに垂直なラインに対して略25.3度である角度 α_2 である。しかし、当業者であれば、他の角度が、本発明の観点及び精神に逸脱することなく、カメラの配置に使用されてよいことを認識するだろう。

【0017】図2Aでは、プラットフォーム36及び38は、第1のカメラユニット26の光軸が第2のカメラユニット28の光軸に重なる/交わることがないように配置される。第1のカメラユニット26の光学的視野は、ライン62a、及び62bであり、第2のカメラユニット28の光学的視野は、ライン64a、及び64b

である。曲線70によって定義された重なり合う領域は、システム20の視野である。

【0018】第1のカメラユニット26は、第1のカメラ40及びフラッシュユニット42a、及び42bを含む。第2のカメラユニット28は、第2のカメラ44及びフラッシュユニット46a、及び46bを含む。好ましいカメラは、電荷結合素子(CCD)カメラであり、製品名OPSISI1300でWintriss Engineering of Californiaより入手可能である。

10 【0019】トリガーデバイス30は、受信機48及び送信機50を含む。送信機50は、好ましくは、フレーム34に、カメラユニット26及び28から所定の距離で搭載される。好ましいトリガーデバイスは、レーザーを用いたデバイスであり、受信機48に送信機50からレーザービームを送信し、レーザービームがティーに置かれたゴルフボール32に対してクラブがスイングされることによって遮断された時にトリガされる。光学式検出器及び音響式検出器のような他のトリガーデバイスは、本発明に使用されてよい。ティーに置かれたゴルフボール32は、フレーム34から所定長さL₁に位置し、この長さは、好ましくは38.5インチである。しかし、当業者であれば、上記長さは、第1のカメラユニット26及び第2のカメラユニット28の設置・位置に依存して変化してもよいことを認識するだろう。送信機50は、好ましくは、カメラ40及び44から10インチから14インチまでに距離で設置される。受信機40及び送信機50、及び、それに伴いレーザービームは、ティーに置かれたゴルフボール32の前に、ゴルフスイングがビームを遮断するように、それに伴いティーに置かれたゴルフボール32にインパクトする前にトリガーデバイスをトリガさせるように配置される。以下により詳細に説明されるように、トリガーデバイス30のトリガリングは、第1のカメラユニット26及び第2のカメラユニット28によって、ティーに置かれたゴルフボール32にインパクトする前に、ゴルフクラブ33の露光を開始させるという命令を作成することになる。収集されたデータは、コンピュータ22に、受信機48、第1のカメラユニット26、及び第2のカメラユニット28に接続されたケーブル52により送信される。コンピュータ22は、第1のカメラユニット26及び第2のカメラユニット28による露光によって形成された画像フレームを表示するモニター54を有する。

40 【0020】図4は、ゴルフボールのドライバーショットの画像フレーム100である。画像フレーム100は、複数の露光の集合である第1の露光集合102、ゴルフボールの初期インパクト露光103、及び複数の露光の集合である第2の露光集合104を含む。第1の露光集合は、ティーに置かれたゴルフボール32を打撃する前のゴルフクラブ33の画像を含む。第2の露光集合104は、ゴルフクラブ33によって打撃された後に続

くゴルフボール5 6の画像を含む。第1の露光集合1 0 2は、第2の露光集合1 0 4から3つの異なるファクターによって識別されてよい。第1のファクターは、第1の露光集合1 0 2のそれぞれの露光間隔が、第2の露光集合1 0 4のそれぞれの露光間隔よりも短いことである。第2のファクターは、第1の露光集合1 0 2のそれぞれに対する露光時間長さ、より正確にはカメラのシャッターの開放時間が、第2の露光集合1 0 4のそれぞれに対するよりも短いことである。第3のファクターは、第1の露光集合1 0 2のそれぞれの強度が、第2の露光集合1 0 4のそれぞれの強度よりも小さいことである。

【0021】図5は、ゴルフクラブ3 3上の反射性のある3箇所の反射ポイントのみを示す第1の露光1 0 2 aである。ポイント1 0 6 a乃至1 0 6 cは、ゴルフクラブ3 3のシャフト部、ヒール部、及びトーペにそれぞれ設置される。図5 Aに示すように、露光1 0 2 aは、トリガーデバイス3 0のトリガリングから100ミリ秒でなされ、露光時間は、1ミリ秒である。露光時間は、反射ポイント1 0 6 a乃至1 0 6 cが強い照明を供給するので、1ミリ秒のみで足りる。図5 AのY軸、及び同様の数字は、カメラ4 0及び4 4の活性化及び非活性化を表す。図5 Bは、フラッシュユニット4 2及び4 6の強度であって、カメラ4 0及び4 4が活性化されるポイントAでチャージされ、強度増強され、その後ポイントDでフラッシュユニット4 2及び4 6の強度が下降し始めながら非活性化されるフラッシュユニット強度を表すグラフによって、カメラ4 0及び4 4の活性化及び非活性化を示す図である。

【0022】図6に示すように、第1の露光集合1 0 2に含まれる第2の露光1 0 2 bは、第1の露光集合1 0 2に含まれる第1の露光1 0 2 aに加えられる。第2の露光1 0 2 bも、ゴルフクラブ3 3の3箇所の反射ポイント1 0 6 a乃至1 0 6 cのみを示す。図6 Aに示すように、露光1 0 2 bは、トリガーデバイス3 0のトリガリングから895.9ミリ秒でなされ、露光時間は、1ミリ秒である。第1の露光集合1 0 2 a及び1 0 2 b間の時間間隔は、795.9ミリ秒である。

【0023】図7に示すように、第1の露光集合1 0 2に含まれる第3の露光1 0 2 cは、第1の露光集合1 0 2に含まれる第1の露光1 0 2 a及び第2の露光1 0 2 bに加えられる。第3の露光1 0 2 cも、ゴルフクラブ3 3の3箇所の反射ポイント1 0 6 a乃至1 0 6 cのみを示す。図7 Aに示すように、露光1 0 2 cは、トリガーデバイス3 0のトリガリングから1691.8ミリ秒でなされ、露光時間は、1ミリ秒である。第1の露光集合1 0 2 b及び1 0 2 c間の時間間隔は、795.9ミリ秒である。従って、第1の露光集合1 0 2の時間間隔は同一であり、略795.9ミリ秒である。

【0024】図8は、前の露光、及びインパクト直後の

ゴルフクラブとゴルフボール3 2の露光である初期インパクト露光1 0 3を含む。図8 Aに示すように、初期インパクト露光1 0 3は、トリガーデバイス3 0のトリガリングから3681.5ミリ秒でなされ、露光時間は、15ミリ秒である。初期インパクト露光1 0 3及び第2の露光集合1 0 4の開始時との間の時間間隔によって、ゴルフクラブ3 3のどのような画像ノイズであっても、第2の露光集合1 0 4を“汚染”しないように補足されることができるようになる。

10 【0025】図9は、飛行中におけるゴルフボール5 6の第2の露光集合1 0 4に含まれる第2の露光1 0 4 aであり、他の露光に追加されるものである。第1の露光1 0 4 aは、ゴルフボール5 6のみを示す。図9 Aに示すように、露光1 0 4 aは、トリガーデバイス3 0のトリガリングから6813.5ミリ秒でなされ、露光時間は、15ミリ秒である。露光時間は、ゴルフボール5 6は、反射ポイント1 0 6 a乃至1 0 6 c程照明する必要がないで、15ミリ秒である必要がある。

20 【0026】図10は、飛行中におけるゴルフボール5 6の第2の露光集合1 0 4に含まれる第2の露光1 0 4 bであり、他の露光に追加されるものである。第2の露光1 0 4 bは、ゴルフボール5 6のみを示す。図10 Aに示すように、露光1 0 4 bは、トリガーデバイス3 0のトリガリングから7792.2ミリ秒でなされ、露光時間は、15ミリ秒である。第2の露光集合1 0 4 a及び1 0 4 bの時間間隔は、略978.7ミリ秒である。

20 【0027】図11は、飛行中におけるゴルフボール5 6の第2の露光集合1 0 4に含まれる第3の露光1 0 4 cであり、他の露光に追加されるものである。第2の露光1 0 4 bは、ゴルフボール5 6のみを示す。図11 Aに示すように、露光1 0 4 cは、トリガーデバイス3 0のトリガリングから8770.9ミリ秒でなされ、露光時間は、15ミリ秒である。第2の露光集合1 0 4 b及び1 0 4 cの時間間隔は、略978.7ミリ秒である。従って、第2の露光集合1 0 4 の時間間隔は同一で、略978.7ミリ秒であり、第1の露光集合間の時間間隔よりも長い。

40 【0028】図12及び図13は、低速のドライバースイングを高速のドライバースイングと比較する。ゴルフクラブ3 3によりトリガーデバイス3 0のトリガリングは、ゴルフクラブのスイング・スピードを決定するのに使用される。ゴルフクラブ3 3が、ビームを遮断したとき、トリガーデバイス3 0は、第1のカメラユニット2 6及び第2のカメラユニット2 8に、ゴルフクラブのスイング・スピードの算出を備えた信号を送信する。信号は、第1のカメラユニット2 6及び第2のカメラユニット2 8に対して、特定の時間及び所定の時間間隔で第1の露光集合1 0 2を撮影し、特定の時間で初期インパクト露光1 0 3を撮影し、特定の時間及び所定の時間間隔で飛行中のゴルフボールの第2の露光集合1 0 4を撮影するように指示する。従って、システム2 0は、個々の

ゴルファーのスイングのそれぞれに対して個別の露光を有することにより、特定のゴルファーのスイング特性を決定するためのより精度のあるシステム20を成立することができる。

【0029】例えば、低速スイングの図12の画像フレーム100は、トリガリングから100ミリ秒後に撮影された露光102a、トリガリングから1429.72ミリ秒後に撮影された露光102b、及びトリガリングから275.944ミリ秒後に撮影された露光102cからなる第1の露光集合102a乃至102cを有する。初期インパクト露光103は、トリガリングから5443.88ミリ秒後に撮影される。第2の露光集合104a乃至104dでは、露光104aに対しては、トリガリングから9793.93ミリ秒後に撮影され、露光104bに対しては、トリガリングから10775.15ミリ秒後に撮影され、露光104cに対しては、トリガリングから11756.37ミリ秒後に撮影され、露光104dに対しては、トリガリングから12737.59ミリ秒後に撮影される。

【0030】比較として、高速スイングの図13の画像フレーム100は、トリガリングから100ミリ秒後に撮影された露光102a、トリガリングから956.38ミリ秒後に撮影された露光102b、及びトリガリングから1091.62ミリ秒後に撮影された露光102cからなる第1の露光集合102a乃至102cを有する。初期インパクト露光103は、トリガリングから2083.24ミリ秒後に撮影される。第2の露光集合104a乃至104dでは、露光104aに対しては、トリガリングから4091.48ミリ秒後に撮影され、露光104bに対しては、トリガリングから7335.83ミリ秒後に撮影され、露光104cに対しては、トリガリングから8799.44ミリ秒後に撮影され、露光104dに対しては、トリガリングから9531.25ミリ秒後に撮影される。

【0031】低速スイングのゴルフクラブ・スピードは、高速スイングの114.5マイル/h ("MPH")に対して、84.5MPHである。低速スイングのゴルフボール・スピードは、高速スイングのゴルフボール・スピード168MPHに対して、119.5MPHである。低速スイングに対するゴルフクラブのパックスピンは、高速スイングに対するパックスピン1945回転/分 ("RPM")に対して、1466RPMである。低速スイングに対するゴルフボールのラウンチ*40

$$d = [(Ptx - Pnx)^2 + (Pty - Pny)^2 \dots]^{1/2}$$

ここで、dは距離、PtxはX軸方向の位置、PtyはY軸方向の位置である。

システム20は、更なる情報を生成するため、3つのポイントを使用する3点モード若しくは2つのポイントを使用する2点モードを採用してよい。2点モードは、ヘッドスピードを計算するため、V_{top}、V_{head}及びV_{clubtop}を使用する。

【0036】

【数2】

* 角は、高速スイングに対するラウンチ角15.4度に対して、17.7度である。

【0032】システム20は、当業者に知られる多くの技術を用いて校正されてよい。そのような技術の1つは、米国特許第5,803,823号で開示され、ここで参照により本明細書に結合させる。システム20は、活性化されたときに校正がなされ、非活性化されるまでゴルファーに対するゴルフスイングを解析するために作動してよい。

【0033】上述のように、システム20は、ゴルファーのスイング中のゴルフクラブ情報及びゴルフボール情報を捕捉・解析する。システム20は、ゴルファーのスイングに関する情報を生成するため、画像フレーム及び他の情報を使用する。ゴルフクラブ33は、少なくとも2箇所、好ましくはゴルフクラブ33のシャフト部、ヒール部、及びトーペに設置された好ましくは3箇所の高反射ポイント106a乃至106cを有する。高反射ポイント106a乃至106cは、ゴルフクラブの設計に組み込まれるか、或いは、ゴルフクラブ33の所望位置に接着式に取り付けられる高反射性の材料により構成されてよい。高反射ポイント106a乃至106cは、カメラ40及び44がグレイスケール0-255から200のような特定の明るさを有する2若しくは3つのポイントを探索するためにプログラムされるので、高い反射性を有する必要がある。カメラ40及び44は、略1インチ離れたポイントペアを探索し、このようにして、ゴルフクラブ33の画像がデータ収集のためカメラにより捕捉される。

【0034】図7に類似する図14に示すように、捕捉された高反射ポイント106a(シャフト部)の第1列を、系列1と称し、捕捉された高反射ポイント106b(ヒール部)の第2列を、系列2と称し、捕捉された高反射ポイント106c(トーペ)の第3列を、系列3と称する。第1列は、シャフト部から捕捉された高反射ポイント106aであり、第2列は、ヒール部から捕捉された高反射ポイント106bであり、第3列は、トーペから捕捉された高反射ポイント106cである。次の式は、位置情報を得るために使用される。

【0035】

【数1】

$$V_{\text{tot}} = [(Ptx_0 - Ptx_1)^2 + (Pty_0 - Pty_1)^2 + (Ptz_0 - Ptz_1)^2]^{1/2} [1/\Delta T]$$

$$V_{\text{head}} = [(Ptx_0 - Ptx_1)^2 + (Pty_0 - Pty_1)^2 + (Ptz_0 - Ptz_1)^2]^{1/2} [1/\Delta T]$$

$$V_{\text{clubtop}} = [V_{\text{tot}} + V_{\text{head}}][1/2]$$

$$V_y = [(y_{\text{head}} - y_{\text{tot}})^2 + (y_{\text{top}} - y_{\text{tot}})^2]^{1/2} [1/(2 * \Delta T)]$$

$$V_z = [(z_{\text{head}} - z_{\text{tot}})^2 + (z_{\text{top}} - z_{\text{tot}})^2]^{1/2} [1/(2 * \Delta T)]$$

13

この情報は、その後、ゴルフクラブ33の進路方向のバス角(Y軸に対する打撃方向)、及びアタック角(Z軸に対する打撃方向)を得るために使用される。

【0037】

【数3】

$$\text{バス角} = \sin^{-1}(V_y/[V]) \text{、ここで } [V] \text{ は } V \text{ の大きさである。}$$

$$\text{アタック角} = \sin^{-1}(V_z/[V])$$

アタック角、動的なロフト及び動的なライは、垂直面及び水平面にロフト及びライを投影するため、系列1及び*10

$$V_{\text{heel}} = [(Ptx_3 - Ptx_1)^2 + (Pty_3 - Pty_1)^2 + (Ptz_3 - Ptz_1)^2]^{1/2} [1/\Delta T]$$

$$V_{\text{shaft}} = [(Ptx_3 - Ptx_1)^2 + (Pty_3 - Pty_1)^2 + (Ptz_3 - Ptz_1)^2]^{1/2} [1/\Delta T]$$

$$V_{\text{center}} = 1.02 * (V_{\text{heel}} + V_{\text{shaft}})$$

$$V_y = [(y_{3\text{heel}} - y_{1\text{heel}})^2 + (y_{3\text{shaft}} - y_{1\text{shaft}})^2]^{1/2} [1/(2 * \Delta T)]$$

$$V_z = [(z_{3\text{heel}} - z_{1\text{heel}})^2 + (z_{3\text{shaft}} - z_{1\text{shaft}})^2]^{1/2} [1/(2 * \Delta T)]$$

$$\text{バス角} = \sin^{-1}(V_y/[V]) \text{、ここで } [V] \text{ は } V \text{ の大きさである。}$$

$$\text{アタック角} = \sin^{-1}(V_z/[V]).$$

一部高反射ポイント106cを使用すると、式は次のようになる。※【0040】

※【数5】

$$V_{\text{toe}} = [(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2 + (z_3 - z_1)^2]^{1/2} [1/\Delta T]$$

$$V_{\text{heel}} = [(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2]^{1/2} [1/\Delta T]$$

$$V_{\text{clubtop}} = [V_{\text{toe}} + V_{\text{heel}}][1/2]$$

$$\text{バス角} = \sin^{-1}(V_y_{\text{clubtop}}/[V_{\text{clubtop}}]) \text{、ここで } [V_{\text{clubtop}}] \text{ は } V_{\text{clubtop}} \text{ の大きさである。}$$

$$\text{アタック角} = \sin^{-1}(V_z_{\text{clubtop}}/[V_{\text{clubtop}}]) \text{、ここで } [V_{\text{clubtop}}] \text{ は } V_{\text{clubtop}} \text{ の大きさである。}$$

ゴルフボール56情報は、第2の露光集合104からほとんど得られる。第1に、関心対象物の2次元領域の最適な半径及び位置が、第2の露光集合104から決定される。次に、第2の露光集合104のゴルフボール56の中心の組み合わせの全てが、ゴルフボール56のX、Y及びZ座標を得るために、一致され、校正モデルを通過する。システム20は、許容できるX、Y及びZ座標を得るために、5mmより大きいエラー値を有するペアを除去する。次に、フラッシュユニット42a乃至42b及び46a乃至46bからのストロボ時間は、第2の露光集合104からの移動距離の見積りに基づいたゴルフボール56の位置に一致される。次に、ゴルフボール56の速度は、線形の近似を用いてVx、Vy及びVzから得られる。次に、ゴルフボール・スピードは、Vx、Vy及びVzの大きさを計算することによって得られる。

【0041】

【数6】

*系列2を使用することによって得られる。

【0038】2点モードは、ゴルフクラブ・ヘッドスピード、バス角及びアタック角を計算するため、シャフト部高反射ポイント106a若しくはトーブ部高反射ポイント106cをヒール部高反射ポイント106bと共に使用する。シャフト部高反射ポイント106aを使用すると、式は次のようになる。

【0039】

【数4】

$$\text{バス角} = \sin^{-1}(V_y/[V])$$

$$\text{アタック角} = \sin^{-1}(V_z/[V]).$$

$$\text{ラウンチ角} = \sin^{-1}(V_z/\text{ゴルフボールスピード})$$

$$\text{サイド角} = \sin^{-1}(V_y/\text{ゴルフボールスピード})$$

次に、システム20は、ゴルフボール56上の図15及び図15Aに示すようなストライプ(縞)108a乃至108bを、最大コントラストのスポットを探索するランダム変換を用いて、見つける。X、Y及びZ座標は、ゴルフボール上の円弧を測位するために、ストライプ108aの円弧及びストライプ108bの円弧と共に使用される。その後、システム20は、どの円弧が最も正規であるかを、 $(x^2 + y^2)^{1/2}$ を用いて、決定する。

【0042】次に、ゴルフボール56の角度θは、第1のベクトル及び第2のベクトルを取り、以下の式を使用して測定される。

【0043】

【数7】

15

$$\Theta = \cos^{-1} [(\text{vector A1})(\text{vector A2})] / (\|\text{V}_1\| \|\text{V}_2\|) \quad \text{ここで、} \\ \|\text{V}_1\| \text{ は } V_1 \text{ の大きさ、} \|\text{V}_2\| \text{ は } V_2 \text{ の大きさである。}$$

ゴルフボール5 6が、図15に示す位置から図15Aに示す位置まで回転したとき、角度θは、両回転位置でのベクトルAの位置から決定される。これによって、スピンが決定されることが可能となる。バックスピンが、計算され、0の回転軸を備えた第1の軸のセットに適用される。結果として得られたベクトルは、次の画像の結果ベクトルと比較され、θがそれぞれのベクトルに対して計算される。この計算は、それぞれの回転軸に対して、回転された第1の軸セットと第2の軸セットの間のθが最小になるまで、実行される。

【0044】次に、システムがゴルファーのスイング中のゴルフクラブ情報及びゴルフボール情報をどのようにして捕捉・解析するかの例を示す。ゴルフクラブ情報は、ゴルフクラブヘッド・オリエンテーション、ゴルフクラブ・ヘッドラップ速度、及びゴルフクラブスピンを含む。ゴルフクラブヘッド・オリエンテーションは、ゴルフクラブヘッドの動的なライ、ロフト角及びフェース角を含む。ゴルフクラブ・ヘッドラップ速度は、ゴルフクラブヘッドのバス角、ゴルフクラブヘッドのアタック角、及びダウンレンジ情報を含む。ゴルフボール情報は、ゴルフボールの速度、ゴルフボールラウンチ角、ゴルフボールサイド角、ゴルフボール・スピードの操作、及びゴルフボール・オリエンテーションを含む。ゴルフボール・オリエンテーションは、ゴルフボールの真のスピン、及び、ゴルフボールのバックスピン及びサイドスピンを必然的に伴うゴルフボールの回転軸を含む。

【0045】第1に、ゴルフクラブ3 3情報が、システム2 0によって、幾らかの準備データを入力する際のオペレータの支持を受けて得られる。高反射ポイント10 6のサイズ、高反射ポイント10 6の間隔、及び、閾値の設定は、オペレータによってコンピュータ2 2に入力される。次に、図16及び図17に示すように、境界領域12 0が、光の強度の測定値であるグレイスケール0から255における閾値を決定する前に、ティーに置かれたゴルフボール3 2の周辺にセットされる。第1の露光集合10 2に対する適切な閾値の設定は、200である。オペレータは、ティーに置かれたゴルフボール3 2の位置を示すマークを入力する。境界領域12 0は、第1の露光集合10 2を解析すべく、このマークの左側の領域に決定される。システム2 0は、ティーに置かれたゴルフボール3 2の左側に閾値を設定し、その閾値よりも明るい領域を探索する。システム2 0は、その後、閾値よりも大きな値からポイントを抽出する。図18及び図19に示すように、境界領域12 0の閾値が設定され、ゴルフボール5 6は、境界領域12 0内に、その明るさが閾値に満たない故に存在しない。

【0046】次に、システム2 0は、ポイント10 6 a

50

16

乃至10 6 cを対にして、サイズ、間隔、及びアタック角を確認する。その後、システム2 0は、図2 0及び図2 1に示すように、第1の検出から6つのポイント(3つのペア)のセットを捕捉する。その後、システム2 0は、図2 2及び図2 3に示すように、第2の検出のため3つのペアの上下を探索する。繰返しポイント10 6が削除され、図2 4及び図2 5に示すように、検出から結果が表示される。最終のペアのポイントが、コンピュータ2 2によって処理され、図2 6に示すように表示される。

【0047】次に、ゴルフクラブ3 3のヘッドラップ速度が、上に議論された式を使用して、システム2 0によって決定される。

【0048】次に、ゴルフクラブ3 3のバス角及びアタック角が、システム2 0によって決定される。前述の方法を使用すると、アタック角は、次に式により決定される。

【0049】
【数8】

$$\text{アタック角} = -\tan(\Delta z / \Delta x)$$

ここで、 Δz は、反射ポイント10 6 a₁と10 6 b₁の中点のzの値から、反射ポイント10 6 a₂と10 6 b₂の中点のzの値を減算した値であり、 Δx は、反射ポイント10 6 a₁と10 6 b₁の中点のxの値から、反射ポイント10 6 a₂と10 6 b₂の中点のxの値を減算した値である。

【0050】バス角は、次に式により決定される。

【0051】
【数9】

$$\text{バス角} = -\tan(\Delta y / \Delta x)$$

ここで、 Δy は、反射ポイント10 6 a₁と10 6 b₁の中点のyの値から、反射ポイント10 6 a₂と10 6 b₂の中点のyの値を減算した値であり、 Δx は、反射ポイント10 6 a₁と10 6 b₁の中点のxの値から、反射ポイント10 6 a₂と10 6 b₂の中点のxの値を減算した値である。

【0052】次に、ゴルフボール5 6のデータが、システム2 0によって決定される。第1に、図2 7に示すように、画像の閾値が、ゴルフボール5 6を検出するため、より低グレイスケール値、略100から120で確立される。次に、図2 8に示すように、よく知られた検出方法が、ゴルフボール5 6の最適中心及び半径を得るために使用される。次に、第1のカメラ4 0及び第2のカメラ4 4の画像が示された図2 9に示すように、ゴルフボール5 6の2次元ポイントの立体校正が、システム2 0によって実行される。

【0053】次に、図3 0に示すような位置情報が供給

17

された部分的な画像フレーム100に基づいて、ゴルフボール56の速度、ゴルフボール56のラウンチ角、及びゴルフボール56のサイド角が、システム20によって決定される。ゴルフボール・スピードは、次式で決定される。

【0054】

【数10】

18

$$* \text{ ゴルフボールスピード } = [\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2]^{1/2} / \Delta T$$

図30に付与された情報に対して、次式のように計算され、mm/マイクロ秒より換算すると、126MPHとなる。

【0055】

* 【数11】

$$[(-161.68 + (-605.26))^2 + (-43.41 + (-38.46))^2 + (-282.74 + (-193.85))^2]^{1/2} / (13127-5115),$$

ゴルフボール56のラウンチ角は、次式で決定される。 * 【数12】

【0056】

* 【数12】

$$\text{ラウンチ角} = \sin^{-1}(Vz / \text{ゴルフボールスピード}) \quad \text{ここで, } Vz = \Delta Z / \Delta T \text{ である。}$$

図30に付与された情報に対して、次式のように計算され。 ★ 【0057】

★ 【数13】

$$Vz = [(-282.74 + (-193.85)) / (13127-5115)] = 11.3 \text{ MPH}$$

従って、ラウンチ角は、以下になる。

【0058】

【数14】

$$\text{ラウンチ角} = \sin^{-1}(11.3 / 126.3) = 11.3 \text{ 度}$$

★ ゴルフボール56のサイド角は、次式で決定される。

【0059】

20 【数15】

★

$$\text{サイド角} = \sin^{-1}(Vy / \text{ゴルフボールスピード}) \quad \text{ここで, } Vy = \Delta Y / \Delta T \text{ である。}$$

図30に付与された情報に対して、次式のように計算され。 ◆ 【0060】

◆ 【数16】

$$Vy = [(-43.41 + (-38.46)) / (13127-5115)] = 1.4 \text{ MPH}$$

従って、サイド角は、以下になる。

【0061】

【数17】

$$\text{サイド角} = \sin^{-1}(1.4 / 126.3) = 0.6 \text{ 度}$$

ボールスピンドルは、捕捉されたゴルフボールの3つのスト*

$$\Theta = \text{acos}((\text{vectorA1 dot vector A2}) / \text{mag(v1)} * \text{mag(v2)})$$

ここで、mag()は、大きさを表し、dotは、ベクトルの内積を表示する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のモニターシステムの斜視図である。

【図2】本発明のティーに置かれたゴルフボール及びカメラの概略的な側面図である。

【図2A】ティーに置かれたゴルフボール、及びシステムのカメラの概略的な側面図であって、カメラの視野を示す図である。

【図3】本発明のティーに置かれたゴルフボール、トリガーデバイス、及びシステムのカメラの概略的な前面図である。

【図4】本発明のシステムによって作成された複数の露光から構成された、ゴルファーのスイング及びゴルフボ

* ライブの位置を決定することにより計算される。視野に30 それぞれの軸を一致させ、どの軸が垂直面に直交するかを決定する。その後、スピンドルが、上述のように、以下の式によって計算される。

【0062】

【数18】

ールの連続的なラウンチを表した画像フレームを示す図である。

【図5】ゴルフクラブ上の高反射ポイントの第1の露光40 を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームを示す図である。

【図5A】時間(X軸)に対する図5の露光の活性化/不活性化を表すグラフである。

【図5B】時間(X軸)に対するカメラに対しての活性化及び不活性化を説明するためのフラッシュユニットの光強度を表すグラフである。

【図6】ゴルフクラブ上の高反射ポイントの第1及び第2の露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームを示す図である。

50 【図6A】時間(X軸)に対する図6の露光の活性化/

不活性化を表すグラフである。

【図7】ゴルフクラブ上の高反射ポイントの第1、第2、及び第3の露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームを示す図である。

【図7A】時間(X軸)に対する図7の露光の活性化/不活性化を表すグラフである。

【図8】ゴルフクラブ上の高反射ポイントの第1、第2、及び第3の露光、並びにゴルフボール初期インパクト露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームを示す図である。

【図8A】時間(X軸)に対する図8の露光の活性化/不活性化を表すグラフである。

【図9】ゴルフクラブ上の高反射ポイントの第1、第2、及び第3の露光、ゴルフボール初期インパクト露光、並びにゴルフクラブとのインパクト後のゴルフボールの露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームを示す図である。

【図9A】時間(X軸)に対する図9の露光の活性化/不活性化を表すグラフである。

【図10】ゴルフクラブ上の高反射ポイントの第1、第2、及び第3の露光、ゴルフボール初期インパクト露光、並びにゴルフクラブとのインパクト後のゴルフボールの第1、及び第2の露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームを示す図である。

【図10A】時間(X軸)に対する図10の露光の活性化/不活性化を表すグラフである。

【図11】ゴルフクラブ上の高反射ポイントの第1、第2、及び第3の露光、ゴルフボール初期インパクト露光、並びにゴルフクラブとのインパクト後のゴルフボールの第1、第2及び第3の露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームを示す図である。

【図11A】時間(X軸)に対する図11の露光の活性化/不活性化を表すグラフである。

【図12】ゴルフクラブ及びゴルフボールの露光集合を用いた低速ドライバーショットの画像フレームを示す図である。

【図13】ゴルフクラブ及びゴルフボールの露光集合を用いた高速ドライバーショットの画像フレームを示す図である。

【図14】ゴルフクラブの第1、第2及び第3の露光に従って配置されたゴルフクラブの高反射ポイントを概略的に表す図である。

【図15】第1露光時での本発明を用いた測定のため縞を付けられたゴルフボールの図である。

【図15A】第2露光時での本発明を用いた測定のために縞を付けられたゴルフボールであって、角度θの計算を実行するためのベクトル記号を備えた第1の露光の部分的模型を備えたゴルフボールの図である。

【図16】グレイスケールの閾値の決定前における、ゴルフクラブ及びティーに置かれたゴルフボール上の高反

射ポイントの第1、第2及び第3の露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームであって、第1のカメラのみによる画像フレームを示す図である。

【図17】グレイスケールの閾値の決定前における、ゴルフクラブ及びティーに置かれたゴルフボール上の高反射ポイントの第1、第2及び第3の露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームであって、第2のカメラのみによる画像フレームを示す図である。

【図18】グレイスケールの閾値の決定後における、ゴルフクラブ及びティーに置かれたゴルフボール上の高反射ポイントの第1、第2及び第3の露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームであって、第1のカメラのみによる画像フレームを示す図である。

【図19】グレイスケールの閾値の決定後における、ゴルフクラブ及びティーに置かれたゴルフボール上の高反射ポイントの第1、第2及び第3の露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームであって、第2のカメラのみによる画像フレームを示す図である。

【図20】高反射ポイントをグループ化して第1の検出をするための、ゴルフクラブ及びティーに置かれたゴルフボール上の接続された高反射ポイントの第1、第2及び第3の露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームであって、第1のカメラのみによる画像フレームを示す図である。

【図21】高反射ポイントをグループ化して第1の検出をするための、ゴルフクラブ及びティーに置かれたゴルフボール上の接続された高反射ポイントの第1、第2及び第3の露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームであって、第2のカメラのみによる画像フレームを示す図である。

【図22】高反射ポイントをグループ化して第2の検出をするための、ゴルフクラブ及びティーに置かれたゴルフボール上の接続された高反射ポイントの第1、第2及び第3の露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームであって、第1のカメラのみによる画像フレームを示す図である。

【図23】高反射ポイントをグループ化して第2の検出をするための、ゴルフクラブ及びティーに置かれたゴルフボール上の接続された高反射ポイントの第1、第2及び第3の露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームであって、第2のカメラのみによる画像フレームを示す図である。

【図24】繰返しポイントが削除され、最終検出結果が表示された、ゴルフクラブ及びティーに置かれたゴルフボール上の接続された高反射ポイントの第1、第2及び第3の露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームであって、第1のカメラのみによる画像フレームを示す図である。

【図25】繰返しポイントが削除され、最終検出結果が表示された、ゴルフクラブ及びティーに置かれたゴルフ

21

ポール上の接続された高反射ポイントの第1、第2及び第3の露光を表したゴルファーのスイングの部分的な画像フレームであって、第2のカメラのみによる画像フレームを示す図である。

【図26】X、Y及びZ座標を与える処理された最終ベターのチャートである。

【図27】飛行中のゴルフボールに対する露光の閾値確立を示す図である。

【図28】最適ゴルフボール中心及び半径の決定を示すためのゴルフボールの図である。

【図29】2次元ポイントを立体校正するためのゴルフボールの画像を用いた部分的なフローチャートである。

【図30】ティーに置かれたゴルフボールの露光、インパクト後のゴルフボールの第1、第2、第3及び第4の露光を位置情報と共に表した部分的な画像フレームを示す図である。

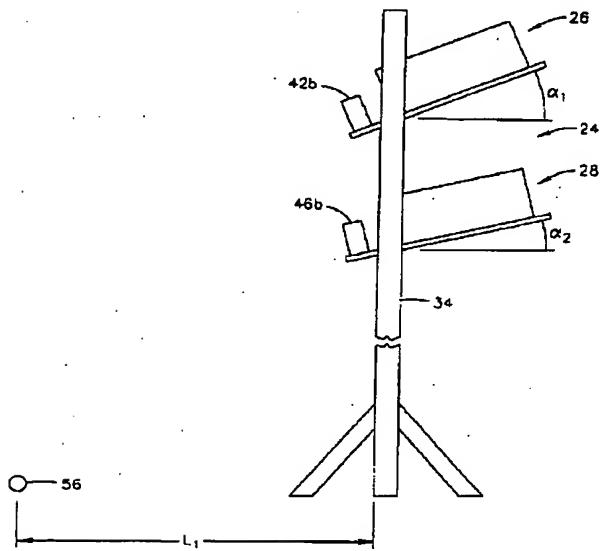
【符号の説明】

- 20 本発明のシステム
- 22 コンピュータ
- 24 カメラ構造
- 26 第1のカメラユニット
- 28 第2のカメラユニット
- 30 トリガーデバイス
- 32 ティーに置かれたゴルフボール

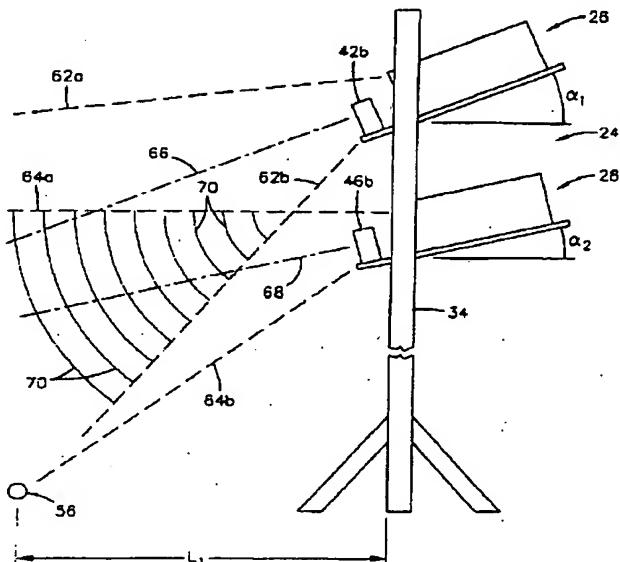
- * 3 3 ゴルフクラブ
- 3 4 フレーム
- 3 6 ブラットフォーム
- 3 8 第2のブラットフォーム
- 4 0 第1のカメラ40
- 4 2 a、4 2 b 第1のフラッシュユニット
- 4 4 第2のカメラ44
- 4 6 a、4 6 b 第2のフラッシュユニット
- 4 8 受信機
- 10 5 0 送信機
- 5 2 ケーブル
- 5 4 モニター
- 5 6 ゴルフボール
- 6 2 a、6 2 b 第1のカメラユニットの光学的視野
ライン
- 6 4 a、6 4 b 第2のカメラユニットの光学的視野
ライン
- 7 0 本発明のシステムの視野
- 1 0 0 画像フレーム
- 20 1 0 2 第1の露光集合
- 1 0 3 ゴルフボールの初期インパクト露光
- 1 0 4 第2の露光集合
- 1 0 6 反射ポイント

*

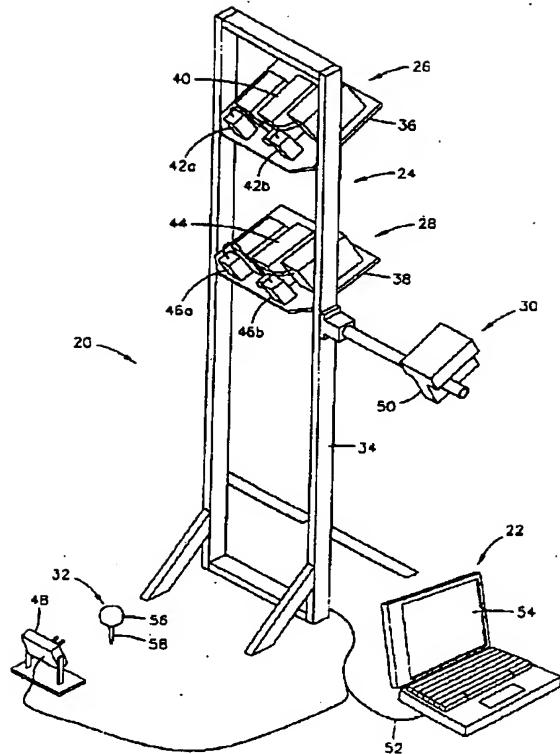
【図2】



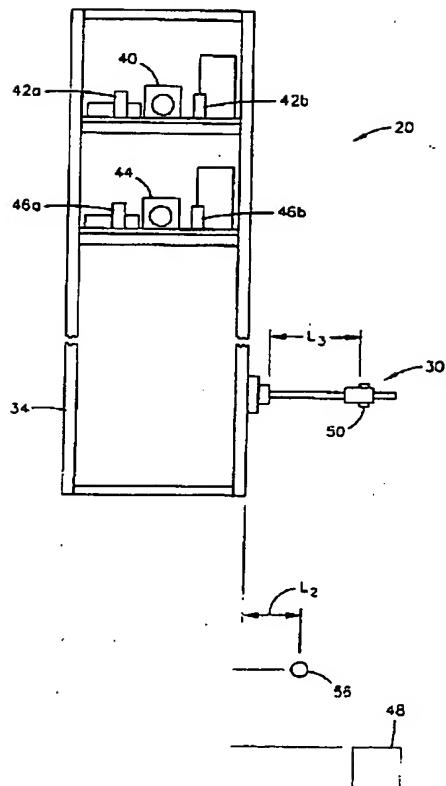
【図2A】



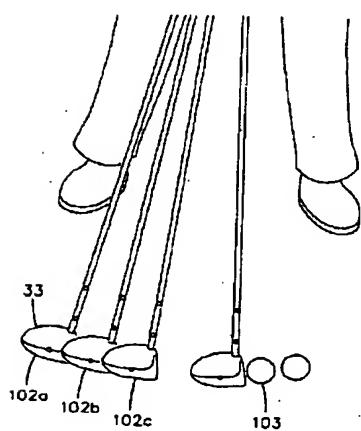
【図1】



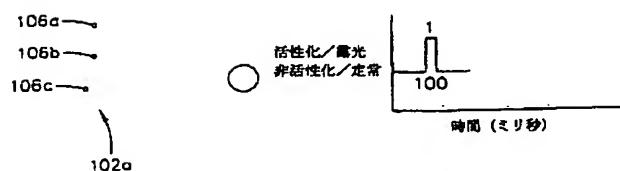
【図3】



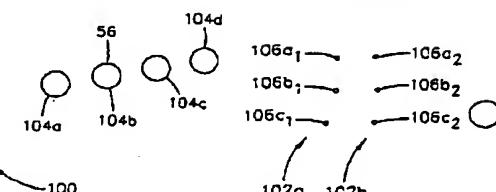
【図4】



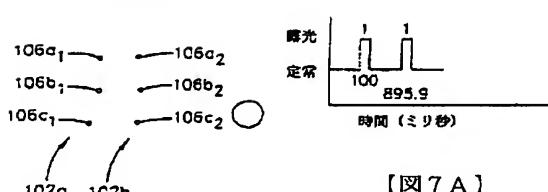
【図5】



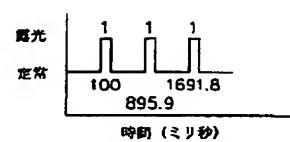
【図6 A】



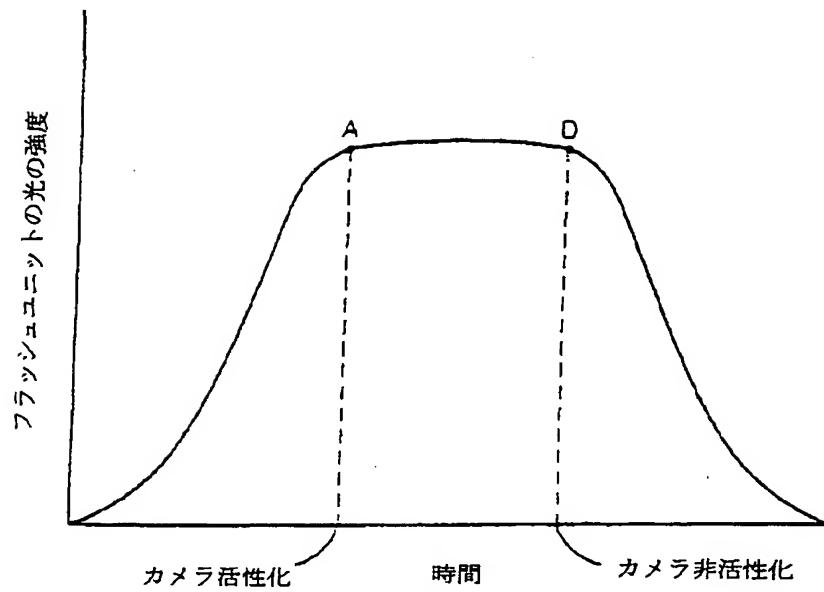
【図6】



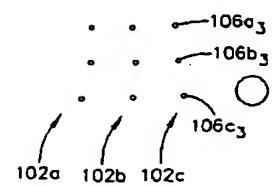
【図7 A】



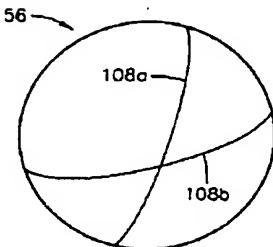
【図5B】



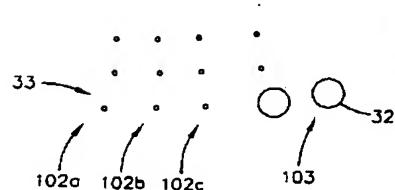
【図7】



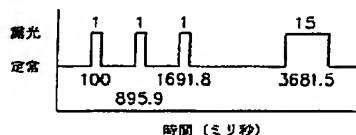
【図15】



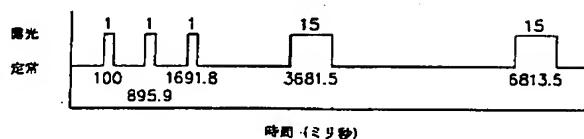
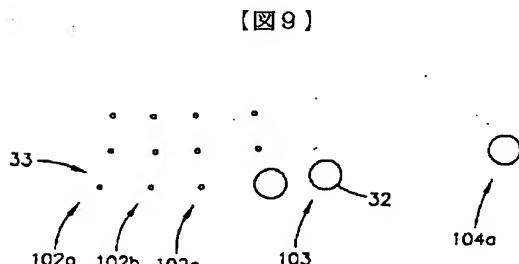
【図8】



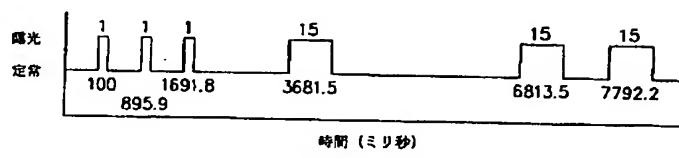
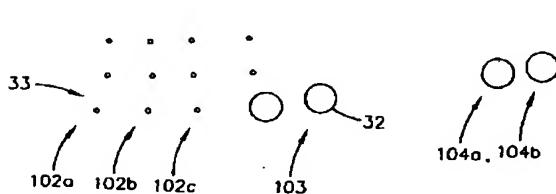
【図8A】



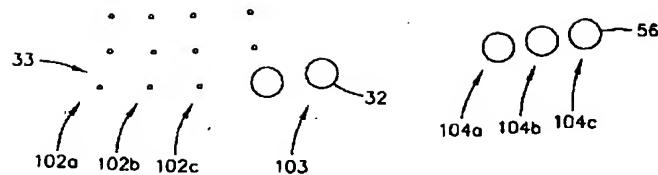
【図9A】



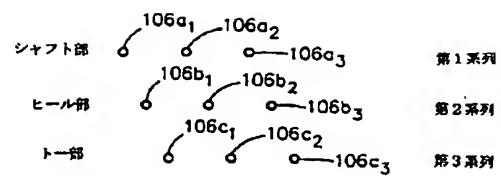
【図10】



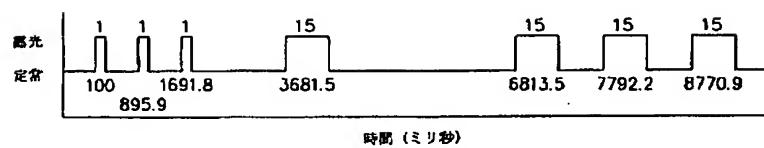
【図11】



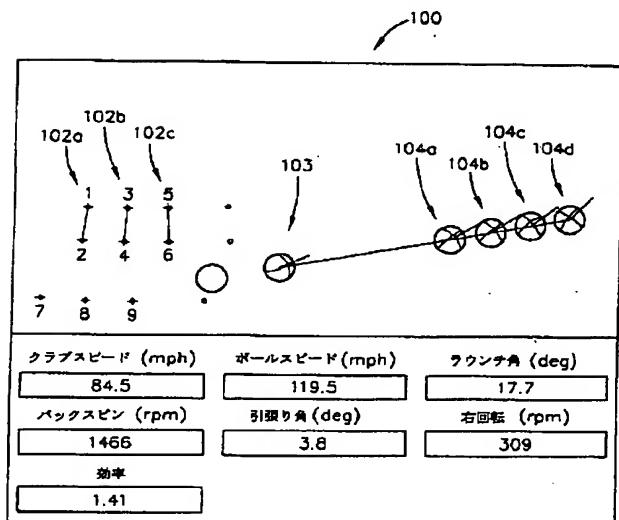
【図14】



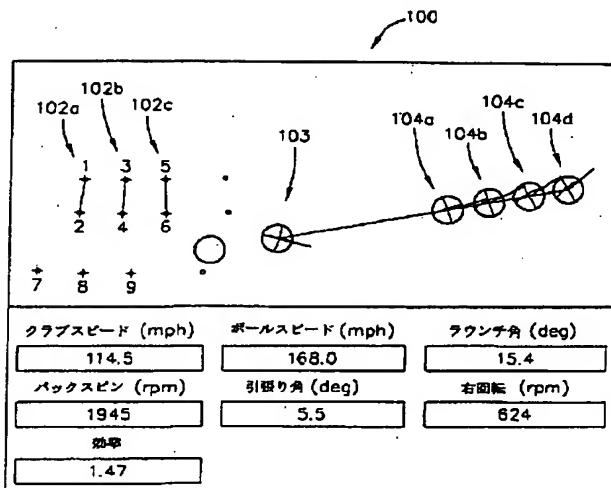
【図11A】



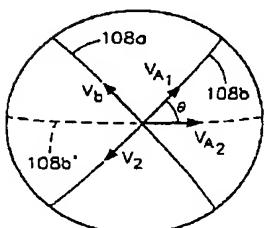
【図12】



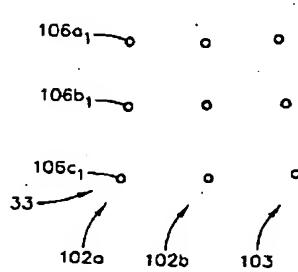
【図13】



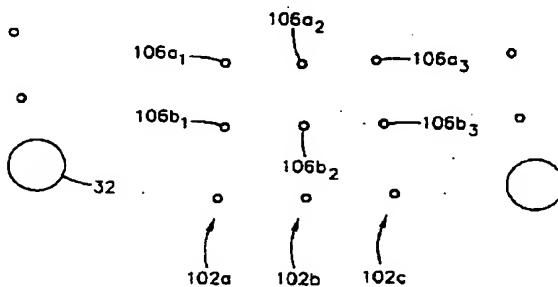
【図15A】



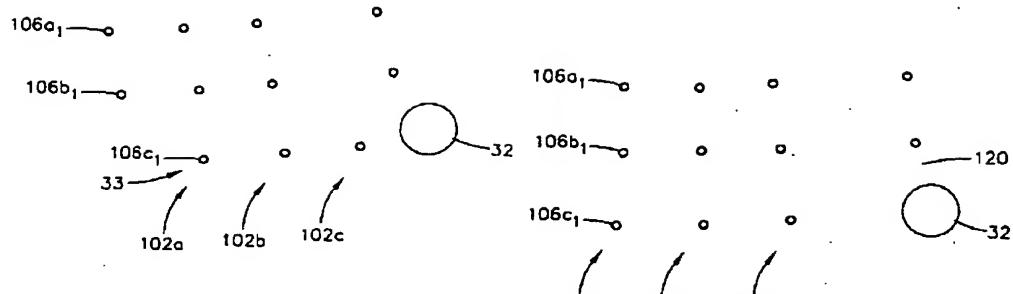
【図16】



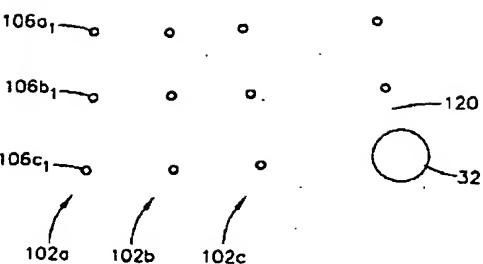
【図20】



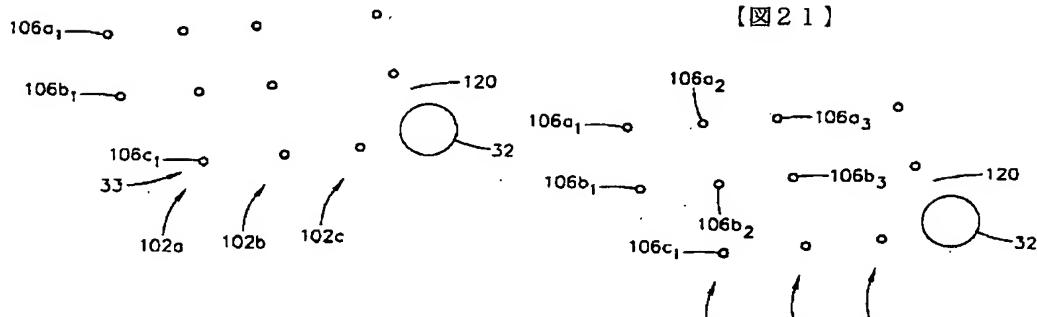
【図17】



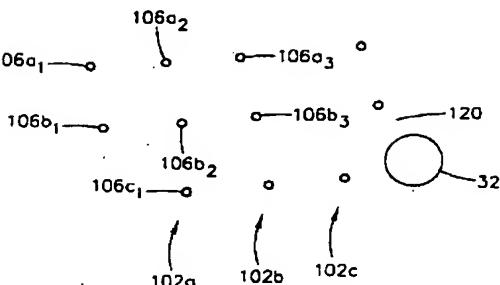
【図18】



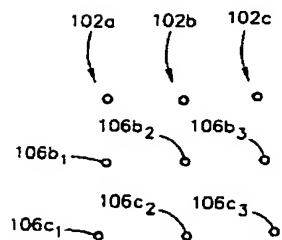
【図19】



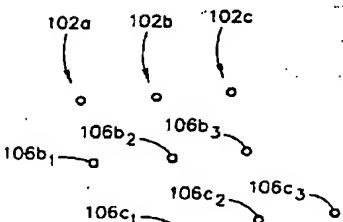
【図21】



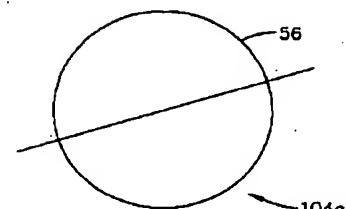
【図22】



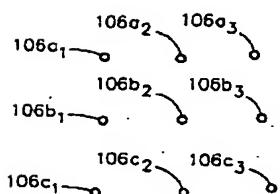
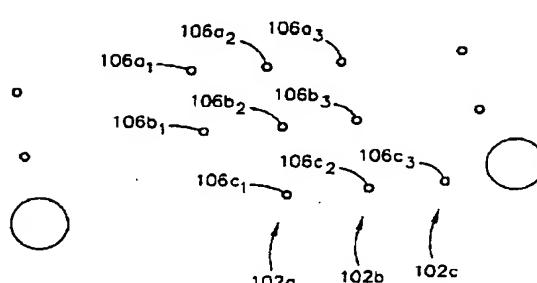
【図23】



【図24】



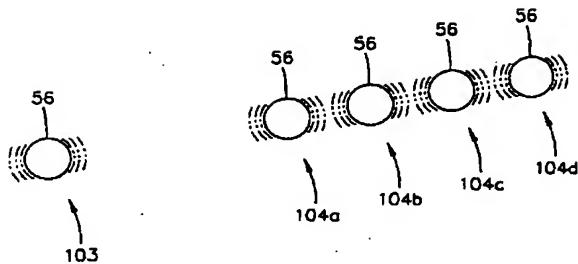
【図25】



【図26】

ダイン	タード X	タード Y	タード Z	エー
1	29.450	-103.307	-233.802	1.038
2	30.831	-85.566	-265.861	1.256
3	-6.378	-103.560	-234.665	1.051
4	-6.133	-85.495	-266.727	1.239
5	-42.418	-104.266	-234.779	1.099
6	-43.248	-86.050	-266.888	1.226
7	46.192	14.770	-290.289	0.201
8	5.158	15.938	-291.271	0.005
9	-35.937	16.234	-291.519	0.121

【図27】

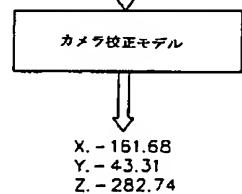


【図29】

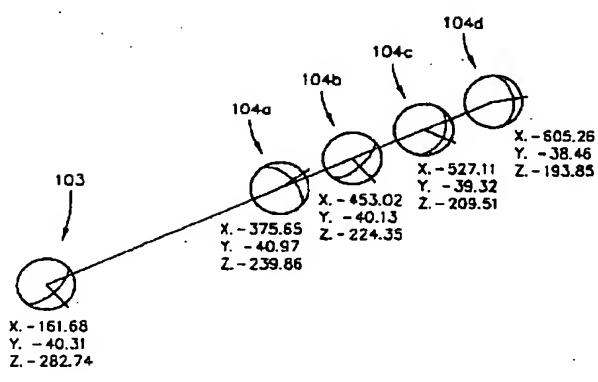


ピクセル X: 617
ピクセル Y: 617
半径 : 64

ピクセル X: 566
ピクセル Y: 652
半径 : 63



【図30】



フロントページの続き

(51)Int.CI.	識別記号	F I	マークコード(参考)
G 0 6 T	1/00	G 0 6 T	4 3 0 G
H 0 4 N	5/225	H 0 4 N	C
	7/18		R

F ターム(参考) 5B047 AA07 AB02 BB04 BC12 BC14
BC23 CA19 CB17
5C022 AA14 AB61 AC42 AC78
5C054 AA01 AA05 CC02 CH04 EH07
HA16